

Optimasi Smart Peltier Cooler Menggunakan Fuzzy C-Means

Rahmat Suryoputro¹, Aji Gautama Putrada Satwiko.², Sidik Prabowo³

^{1,2}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹rahmatsuryoputro@students.telkomuniversity.ac.id, ²ajigps@telkomuniversity.ac.id, ³pakwowo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Air cooler adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mendinginkan udara ruangan sekitar. Berbeda dengan *air conditioner*, *air cooler* hanya bisa menurunkan suhu beberapa derajat saja dan *air cooler* juga membutuhkan bahan bakar berupa air. Keefektifan *air cooler* untuk mendinginkan area disekitarnya sangat bergantung dengan air yang digunakan. Semakin dingin air yang digunakan akan semakin rendah juga suhu udara yang dihasilkan *air cooler*. *Air cooler* memanfaatkan air yang ditambah es balok agar menghasilkan suhu udara dingin. Namun sifat es balok yang mudah mencair menjadi salah satu kekurangannya. Penelitian ini membuat sebuah rangkaian peltier yang ditanamkan pada *air cooler* demi menjaga suhu dingin bahan air tetap terjaga. Dengan memanfaatkan data suhu udara yang dihasilkan *air cooler* dilakukan proses pengelompokan data menggunakan *fuzzy c-means*. Hasil dari pengelompokan data tersebut akan diproses oleh NodeMCU agar dapat mengendalikan rangkaian peltier yang tertanam pada *air cooler* dan juga mengatur suhu sesuai masukan *user*. Hasil percobaan terbukti bahan air yang ditambahkan dengan es balok dan juga rangkaian peltier dapat menurunkan suhu air hingga mencapai 25,5 °C. Dari suhu minimal yang didapat *fuzzy* dapat mengontrol peltier agar udara yang dihasilkan *air cooler* sesuai keinginan *user* dengan range 25 °C sampai 30 °C

Abstract

Air cooler is a device used to cool the surrounding air. Unlike *air conditioner*, *air cooler* can only reduce the temperature a few degrees and *air cooler* also need fuel in the form of water. The effectiveness of *air cooler* to cool the surrounding area very dependent on the water used. The colder the water used will also lower the temperature of the air produced by *air cooler*. *Air cooler* utilize water that is add with ice cubes to produce cold temperatures. But the nature of ice that easy to melt is one of the drawback. This research makes a series of peltier that is implanted in the *air cooler* to keep the cold temperature of the water material maintained. By utilizing air temperature data generated by the *air cooler*, the process of grouping data is done using *fuzzy c-means*. The result of the data grouping will be processed by NodeMCU so that it can control the peltier circuit embedded in the *air cooler* and also adjust the temperature according to user input. The experimental results proved the water material added with ice blocks and also the peltier circuit can reduce the water temperature to reach 25.5 °C. The minimum temperature obtained from *fuzzy* can control the peltier so that the air produced by the *air cooler* according to user desires with a range of 25 °C to 30 °C

Keywords:

1. Pendahuluan

a. Latar Belakang

Penyejuk udara atau sering disebut juga dengan *air cooler* merupakan salah satu perangkat yang paling banyak dipakai oleh masyarakat luas. *Air cooler* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan *air conditioner* (AC) diantaranya, *air cooler* memakai konsumsi listrik yang kecil serta tidak perlu perhatian khusus dalam perawatannya sehingga lebih mudah untuk dioperasikan. Maka tidak heran bila *air cooler* merupakan solusi alternatif yang terdapat dipasaran sebagai pengganti *air conditioner* (AC). Namun, *air cooler* hanya dapat menurunkan suhu udara sekitar 3-5 Celcius, membutuhkan air untuk pendinginan, dan bekerja kurang efisien pada kelembapan tinggi [4]. Suhu udara yang dihasilkan oleh *air cooler* sangat tergantung bahan dasar air yang digunakan. Semakin dingin bahan dasar air maka akan semakin dingin pula udara yang dihasilkan.

Untuk membuat bahan dasar air yang dingin pada saat ini menggunakan cara dengan memasukkan es balok ke dalam wadah yang disediakan *air cooler*. Namun udara dingin yang dihasilkan *air cooler* tidak bertahan lama karena sifat es balok yang mudah mencair dan memuai ketika ditempatkan pada ruangan terbuka. Suhu dingin yang dihasilkan pun akan kembali ke suhu semula.

Pada penelitian ini menggunakan semikonduktor yang bernama peltier atau Thermoelektrik. Efek dingin dan panas yang dihasilkan tidak membutuhkan waktu yang lama. Peltier juga mudah diaplikasikan pada setiap media. Efek dingin yang dikeluarkan oleh peltier dapat dimanfaatkan untuk pendinginan bahan dasar air pada wadah *air cooler*. Sehingga tidak perlu lagi untuk mengisi ulang es balok secara terus menerus karena peltier dapat menjaga suhu air agar tetap dingin. Metode fuzzy yang diterapkan untuk mengatur peltier agar dapat membaca zona suhu dalam perpindahan dari suhu rendah ke suhu yang tinggi, sehingga peltier dapat menyala dan mati sesuai kebutuhan. Diharapkan setelah penelitian ini dilakukan, peltier dapat digunakan sebagai pengganti pendingin air pada *air cooler*. Suhu yang dihasilkan oleh *air cooler* dapat dipantau melalui media platform *Internet of thing* bernama Blynk.

b. Topik dan Batasannya

Dari latar belakang, permasalahan yang muncul dalam *air cooler* adalah bagaimana membuat suhu bahan dasar air tetap dingin tanpa mengisi ulang es balok secara terus menerus. Pengujian dilakukan demi mendapatkan nilai suhu yang dihasilkan dari *air cooler* dan hanya berfokus untuk membuat air menjadi dingin. Takaran air yang digunakan *air cooler* adalah sebanyak 2 liter. Dengan dibantu oleh dua buah peltier yang disambungkan dengan 2 buah kipas dan 2 heatsink bagian depan dan belakangnya. Kipas dan heatsink tersebut berperan untuk membuang hawa panas dan juga menyebarkan hawa dingin yang dihasilkan oleh peltier. Pemanfaatan kemampuan fuzzy c-means yang deprogram pada mikrokontroler NodeMCU dengan sensor DHT11 berfungsi sebagai pengolah data nilai suhu yang didapat dari *air cooler* sehingga peltier dapat dikendalikan. Berdasarkan data suhu yang didapat NodeMCU dapat mengatur peltier kapan harus menyala dan tidak. Blynk sebagai salah satu platform *Internet of Thing* dimanfaatkan sebagai media untuk menampilkan perubahan suhu yang didapat dari sensor sebelum dan setelah pemasangan peltier pada *air cooler*. Blynk juga dimanfaatkan untuk menginputkan suhu yang diinginkan oleh *user* berdasarkan kategorinya.

c. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendinginkan dan membuat suhu pada bahan dasar air tetap dingin pada wadah *air cooler* dan memprogram mikrokontroler NodeMCU yang dapat mengatur peltier dengan menggunakan metode fuzzy C-Means berdasarkan data suhu yang didapat pada *air cooler* melalui sensor dht11. Dari data suhu yang didapatkan akan ditampilkan pada *device* yang berbasis *internet of thing* dengan menggunakan platform Blynk berbasis android untuk memantau perubahan suhu yang dihasilkan.

2. Kajian Pustaka

a. Studi Terkait

[1] R. Umboh pada penelitiannya tahun 2014 membuat alat pendingin *portable* dengan memanfaatkan peltier. Tujuannya adalah untuk menjaga suhu suatu objek berada dibawah suhu lingkungan. Kemampuan pendinginannya tergantung dari objek atau beban yang diberikan. Hasilnya suhu minimum yang dicapai adalah 20 °C untuk pendinginan selama 1 jam.

[2] Anastasia Puji pada penelitiannya tahun 2015 melakukan percobaan untuk mendapat nilai suhu terendah dengan mempergunakan air dan es balok serta menambah *pad sponge* pada sisi *cooling pad*, mampu mencapai nilai suhu paling dingin daripada yang penelitiannya yang lainnya, yaitu sebesar 22 °C dari suhu awal ruangan sebesar 31 °C. Dari penelitian yang sudah dilakukan pada umumnya nilai suhu yang didapat hanya bertahan pada 15 menit pertama dan nilai suhu akan semakin meningkat seiring bertambahnya waktu dikarenakan balok es ataupun air dingin mengalami pemuatan dan menjadi tidak dingin kembali.

[3] Andreas Hermawan Setyadi pada tahun 2014 telah melakukan penelitian dengan menghitung nilai minimum yang didapat peltier dengan mempergunakan 1 hingga 3 buah yang dipasang secara kaskade (bertumpuk). Dari hasil penelitiannya tersebut didapatkan suhu minimum dari rangkaian yang sudah dicoba dengan nilai paling rendah yaitu satu buah peltier dengan nilai suhu 6,5 °C. Di bagian akhir penelitiannya menyarankan agar memasang peltier secara berjajar (seri), hal ini bermaksud pembagian arus listrik yang dikeluarkan power supply dapat terbagi secara rata pada peltier sehingga mendapat suhu yang maksimal ketika arus terpenuhi.

b. Teori Pendukung

1. Air Cooler

Air cooler adalah sebuah alat yang terdiri dari komponen utama yaitu wadah air, pad, pompa dan kipas pendingin untuk menurunkan suhu dengan bantuan air. *Air cooler* biasanya memiliki ukuran tinggi

60 cm, panjang 40 cm dan lebar 30 cm yang membuatnya mampu dibawa kemana saja karena ukurannya *portable* dan hanya memerlukan konsumsi listrik yang kecil [5].

2. NodeMCU

NodeMCU merupakan sebuah open source platform IoT dan pengembangan kit yang menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE. Pengembangan kit ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (*Pulse Width Modulation*), IIC, 1-Wire dan ADC (*Analog to Digital Converter*) semua dalam satu board [7].

3. Sensor DHT11

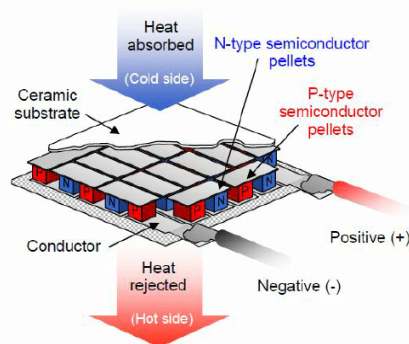
Sensor ini memiliki kemampuan untuk membaca suhu dan kelembaban dimana keluaran dari sensor ini berupa sinyal digital. Resolusi dari DHT11 untuk temperatur adalah 8 bit, akurasi minimumnya 1 derajat celcius dan akurasi maksimumnya 2 derajat dengan rentang pengukuran suhu dari 0 hingga 50 derajat celcius.

4. Relay

Relay adalah saklar atau *switch* yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama, yakni elektromagnet (*coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

5. Peltier

Elemen peltier tersusun atas serangkaian dua tipe semikonduktor (tipe p dan tipe n) yang dihubungkan secara seri. Pada setiap sambungan antara dua tipe semikonduktor tersebut dihubungkan dengan konduktor yang terbuat dari tembaga. Interkoneksi konduktor tersebut diletakkan pada masing-masing di bagian atas dan di bagian bawah semikonduktor. Konduktor bagian atas ditunjukan untuk



membuang kalor dan konduktor bagian bawah ditujukan untuk menyerap kalor. Pada kedua bagian interkoneksi ditempelkan pelat yang terbuat dari keramik pelat ini bertujuan untuk memusatkan kalor yang berasal dari konduktor [1].

Peltier yang beredar dipasaran sekarang memiliki dua jenis. Jenis yang pertama adalah TEG (*Thermo Electric Generator*) yang berguna untuk menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan energi kalor. Jenis kedua adalah TEC (*Thermo Electric Cooler*) yang berguna untuk pendinginan. Prinsip kedua jenis tersebut sama, menggunakan tegangan 12 Volt dan arus sebesar 6,5 Ampere. Perbedaan mendasar diantara keduanya terdapat pada bahan material yang

digunakan. TEG menggunakan bahan *PbTe* dan *Si/Ge*. Sedangkan jenis TEC menggunakan bahan *Bismuth Telluride*, *Lide Selenium* dan *Silicon Germanium*. Batas maksimal ketahanan panas yang dihasilkan TEG mencapai suhu 228 Celcius, sedangkan untuk jenis TEC 123 Celcius. Masa pakai peltier mencapai 200000 jam.

6. Fuzzy

Logika fuzzy didasarkan pada ketidakpastian batas antara suatu kriteria dengan kriteria lainnya yang disebabkan adanya penilaian manusia terhadap sesuatu secara kumulatif. Misalnya ungkapan mobil bagus, udara panas, dan lain sebagainya yang seringkali menimbulkan ketidakpastian antara satu kriteria dengan kriteria lainnya.

Konsep himpunan fuzzy merupakan dasar dari sistem logika fuzzy. Himpunan fuzzy tersebut memetakan kriteria-kriteria kuantitatif terhadap fungsi keanggotaan. Dengan demikian setiap kriteria kualitatif dalam himpunan fuzzy mempunyai selang nilai antara 0.0 sampai 1.0. Fungsi keanggotaan merupakan suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik data masukan ke dalam nilai keanggotaannya [8].

7. Fuzzy C-Means

Ada beberapa algoritma klastering data, salah satu diantaranya adalah Fuzzy C-Means (FCM). Fuzzy C-Means (FCM) adalah salah satu teknik pengklasteran data yang mana keberadaan tiap-tiap titik

data dalam suatu klaster atau kelompok ditentukan oleh derajat keanggotaan. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981.

Berikut algoritma pengelompokan *Fuzzy C-Means* (FCM) [6].

$$P_t(X; U, V) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c (\mu_{ik})^w (d_{ik})^2 \quad (1)$$

dengan

$$d_{ik} = d(x_k - v_i) = \left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

dimana

X adalah data yang akan dikelompokkan

U adalah matriks partisi awal dengan membangkitkan nilai acak

V adalah matriks pusat kelompok

Adapun langkah-langkah dalam metode FCM adalah

1. Menentukan data yang akan dikelompokkan dengan bentuk matriks X berukuran dengan n x m , dimana n = jumlah data yang akan dikelompokkan, m = atribut setiap data.

2. Menentukan:

- Jumlah kelompok yang akan dibentuk = c (≥ 2).
- Pangkat atau pembobot $w = 2$.
- Maksimum iterasi.
- Kriteria penghentian terkecil = ξ (nilai positif yang sangat kecil)
- Iterasi awal $t = 1$.

3. Membentuk matriks partisi awal U dengan membangkitkan nilai acak μ_{ik} , $i=1,2,\dots,n$; $k=1,2,\dots,c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi awal U sebagai berikut :

$$U = \begin{bmatrix} \mu_{11}(x_1) & \dots & \mu_{1n}(x_n) \\ \dots & \dots & \dots \\ \mu_{c1}(x_1) & \dots & \mu_{cn}(x_n) \end{bmatrix} \quad (3)$$

4. Menghitung pusat kelompok (V_{kj}), dengan $k=1,2,\dots,c$; dan $j=1,2,\dots,m$

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w \cdot x_{kj})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w} \quad (4)$$

5. Menghitung fungsi obyektif

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - V_{kj})^2 \right] (\mu_{ik})^w \right) \quad (5)$$

6. Memperbaiki derajat keanggotaan setiap data pada setiap kelompok (perbaiki matriks partisi), sebagai berikut :

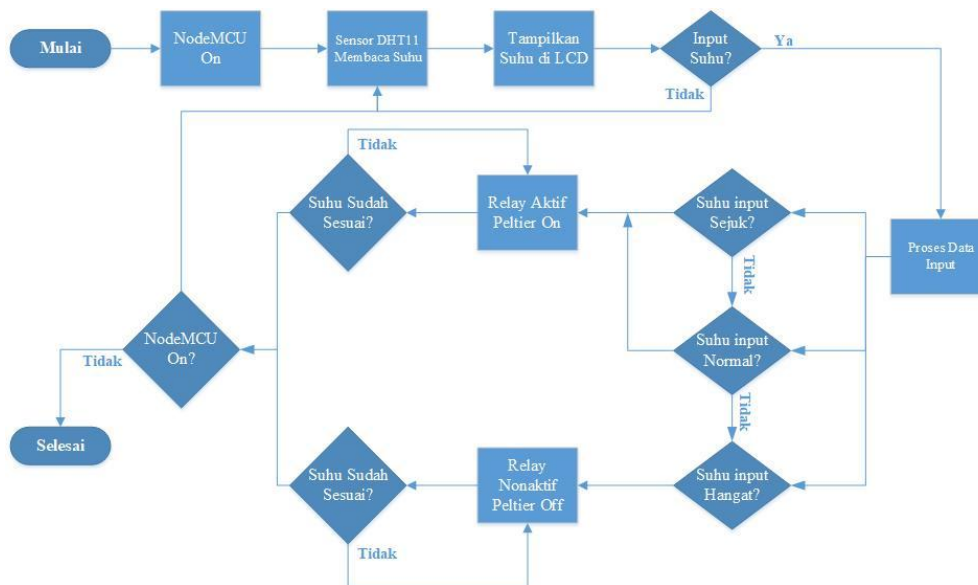
$$\mu_{ik} = \left[\sum_{k=1}^c \left(\frac{d_{ik}}{d_{jk}} \right)^{2/(w-1)} \right]^{-1} \quad (6)$$

7. Menentukan kriteria pemberhentian, Jika ($|U^t - U^{t-1}| \leq \xi$ atau $t > \text{MaxIter}$) maka dihentikan, namun apabila tidak, maka elemen dinaikkan iterasi $t = t + 1$ dan kembali ke langkah ke-4.

8. Sistem yang dibangun

a. Alur Diagram Sistem

Berikut adalah alur sistem yang bekerja pada peltier:

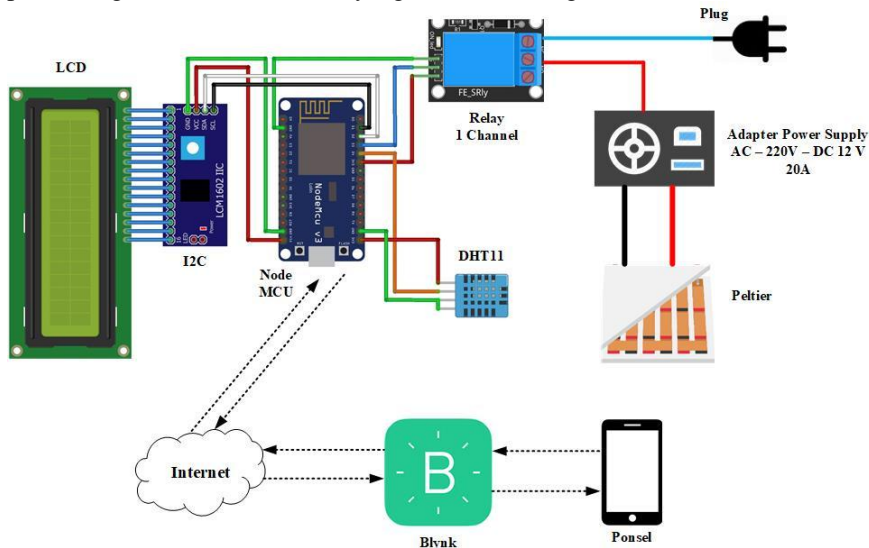


Gambar 1. FlowChart Sistem Rangkaian Peltier

Pada gambar 1 menjelaskan bagaimana cara kerja sistem. Pertama NodeMCU akan menginstruksikan sensor DHT untuk membaca suhu saat ini dan menampilkan data suhu pada LCD. Setelah itu, agar suhu udara yang dikeluarkan *air cooler* sesuai dengan keinginan, *user* menginputkan data suhu yang diinginkan melalui aplikasi Blynk. Data suhu *input* akan diproses oleh *fuzzy* agar dapat diketahui data tersebut termasuk klaster bagian dingin, hangat, atau normal. Setelah data *input* diketahui, maka peltier akan diperintahkan oleh NodeMCU agar menyesuaikan data *input* dengan data suhu terkini.

b. Perancangan Sistem

Berikut merupakan rangkaian alat dan sistem yang telah terhubung satu sama lain :



Gambar 2. Perancangan alat dan IoT yang dibangun

Gambar 2 menjelaskan alat dan sistem *internet of thing* yang dibangun pada penelitian ini. NodeMCU mengatur relay untuk mengaktifkan dan mematikan peltier agar efek dingin dapat bekerja otomatis berdasarkan data yang didapat dari sensor suhu DHT11. Kemudian data yang diterima NodeMCU dari DHT11 akan dikirimkan melalui jaringan *wireless*. Setelah data terkirim, maka data tersebut akan disimpan dalam database Blynk dan dapat ditampilkan sebagai grafik untuk melihat fluktuasi naik turunnya suhu pada ruangan dengan menggunakan Android. Data suhu terkini juga akan ditampilkan pada LCD yang terhubung dengan NodeMCU.

c. Perhitungan Fuzzy C-Means

Metode fuzzy yang digunakan adalah FCM. Langkah pertama untuk menggunakan metode fuzzy ini adalah menentukan parameter perhitungan FCM, dengan parameter sebagai berikut :

Tabel 1. Parameter FCM

Variable	Symbol	Value
Jumlah Kluster	C	3
Pangkat	W	2
Maksimum iterasi	$MaxIter$	50
Error terkecil yang diharapkan	ξ	10^{-2}
Fungsi objektif awal	Po	0
Iterasi awal	t	1

Jumlah kluster yang akan dibuat adalah sebanyak 3 kluster. Tiga kluster tersebut akan mewakili suhu berdasarkan hangat, sejuk, dan dingin. *Range* nilai suhu akan diberikan dengan nilai antara 25,0 °C hingga 30,0 °C. Fuzzy C-means akan menghitung pusat kluster dari masing-masing kluster yang telah ditentukan (tiga kluster).

Nilai pusat kluster menggunakan *fuzzy c-means* yang terbentuk adalah $V = [29.25 \ 27.47 \ 25.72]$.

Pada percobaan lain mungkin didapat hasil yang sedikit berbeda, dikarenakan inisialisasi awal matriks partisi yang dilakukan secara acak.

Tabel 2. Tabel Derajat Keanggotaan FCM

No	SUHU (Celcius)	Kecenderungan Cluster		
		C1	C2	C3
1	25	0.026178	0.07715	0.896672
2	25.1	0.020848	0.06362	0.915532
3	25.2	0.015778	0.049973	0.934248
4	25.3	0.011098	0.036578	0.9523324
5	...	...	...	...
6	27.5	0.00016	0.999684	0.000156
7	27.6	0.005405	0.990383	0.004213
8	...	...	...	...
9	29.8	0.93169	0.051554	0.0016756
10	29.9	0.913104	0.064999	0.021897
11	30	0.894423	0.078299	0.027277

Tabel 3. Klastering K-Means

No	SUHU (Celcius)	Kecenderungan Cluster		
		C1	C2	C3
1	25	1	2.8	4.3
2	25.1	0.9	2.7	4.2
3	25.2	0.8	2.6	4.1
4	25.3	0.7	2.5	4
5	...	...	...	...
6	27.5	1.5	0.3	1.8
7	27.6	1.5	0.2	1.7
8	...	...	...	...
9	29.8	3.8	2	0.5
10	29.9	3.9	2.1	0.6
11	30	4	2.2	0.7

Tabel 2 menunjukkan nilai derajat keanggotaan dari masing-masing suhu terhadap seluruh nilai pusat kluster atau centroid. Nilai derajat keanggotaan yang besar menunjukkan bahwa suhu tersebut memiliki kesamaan yang besar terhadap pusat klusternya. Sedangkan tabel 3 adalah hasil pengklasteran menggunakan algoritma K-Means. Dari hasil perhitungan *fuzzy c-means*, suhu 25 °C sampai 26,6 °C memiliki kecenderungan berada di kluster C3. Suhu 26,7 °C sampai 28,3 °C memiliki kecenderungan berada pada kluster C2. Dan suhu yang cenderung berada pada kluster C1 terdapat pada suhu 28,4 °C sampai 30 °C. Dengan begitu, kluster-kluster yang terbentuk dapat dikategorikan menjadi tiga, yaitu kluster C3 untuk sejuk, kluster C2 untuk normal, dan kluster C1 untuk hangat. Sedangkan menggunakan K-Means C1 menunjukkan data suhu yang termasuk hangat dengan cakupan 25 °C sampai 26,8 °C. Kluster dua atau C2 memiliki cakupan suhu 27,1 °C sampai 28,5 °C yang dikategorikan normal, dan C3 dengan cakupan 28,6 °C sampai 30 °C dikategorikan suhu hangat.

Tabel 4. Kategori Cluster Fuzzy C-Means

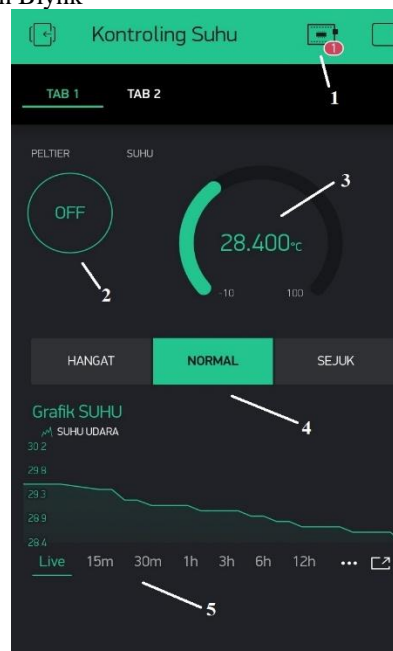
Klaster	Kategori	Range Suhu (Celcius)
C1	Hangat	28,4 - 30
C2	Normal	26,7 – 28,3
C3	Sejuk	25 – 26,6

Tabel 5. Kategori Cluster K-Means

Klaster	Kategori	Range Suhu (Celcius)
C1	Hangat	28,6- 30
C2	Normal	27,1 – 28,5
C3	Sejuk	25 – 26,8

d. Aplikasi Android

Peneliti menggunakan aplikasi Blynk sebagai platform *internet of thing*, dibawah ini merupakan aplikasi android yang telah dibuat menggunakan Blynk



Gambar 3. Aplikasi Blynk

Berikut adalah penjelasan dari gambar 3 di atas

1. *Device* yang terkoneksi dengan aplikasi
2. Menampilkan suhu udara terkini dari peltier
3. Status menyala atau tidaknya Peltier
4. Menampilkan kategori *inputan* suhu
5. Menampilkan grafik suhu yang dihasilkan *air cooler*

e. Skenario Pengujian

Pengujian ini memiliki parameter yang diukur, adalah perubahan yang terjadi pada suhu air dan suhu udara, lamanya suhu air dan suhu udara tersebut bertahan, dan ketepatan rangkaian peltier bekerja berdasarkan nilai fuzzy.

Skenario pengujian ini dilakukan beberapa percobaan dengan mengukur :

Tabel 6. Tabel Skenario Pengukuran

Pengukuran	Bahan yang diuji				
	Tanpa Air	Air 2 Liter	Air 2 liter + Es Balok ukuran 15x9x2 cm	Air 2 liter + rangkaian peltier	Air 2 liter + Es Balok ukuran 15x9x2 cm + Rangkaian Peltier
Bahan Air	N	N	Y	Y	Y
Suhu udara dari air cooler	Y	Y	Y	Y	Y

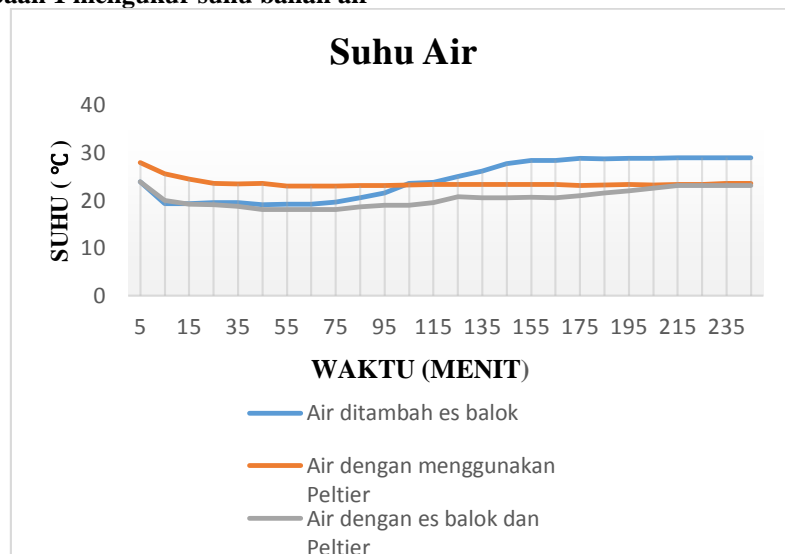
Keterangan : N = Tidak dilakukan

Y = Dilakukan

9. Evaluasi

a. Hasil pengujian

• Percobaan 1 mengukur suhu bahan air



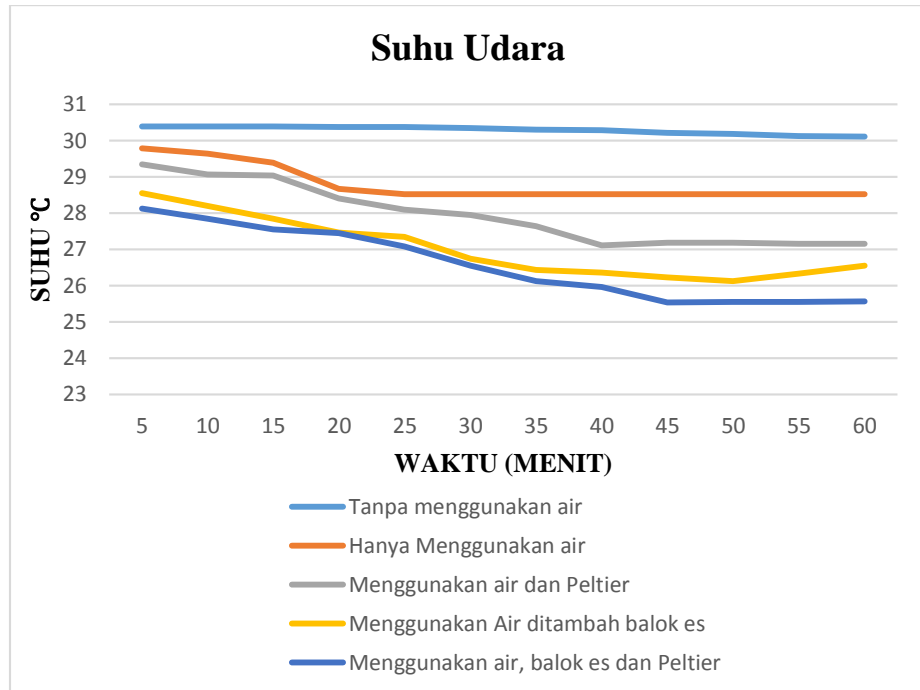
Pengujian mengukur perubahan suhu air pada penelitian ini dilakukan selama 4 jam atau 240 menit. Lama waktu pengujian tersebut dilakukan agar dapat mengetahui suhu stabil minimum air bila menggunakan peltier dan juga es balok.

Hasil pengujian bahan air dengan peltier menghasilkan suhu air yang menurun seiring berjalannya waktu dengan stabil. Pada menit ke-55, air menggunakan peltier dapat mencapai suhu minimumnya yaitu sebesar 23 °C. Dan suhu pun cenderung stabil sampai pada menit ke-240. Pengujian selanjutnya mencampurkan bahan air dengan es balok. Hasil yang didapat, dalam waktu 45 menit, suhu air menurun hingga 19 °C, namun suhu minimum air yang didapat hanya bertahan sampai menit ke-55. Suhu air kembali naik secara perlahan pada menit ke-65 dan seterusnya hingga menit ke-240. Pada pengujian terakhir, yaitu mengkombinasikan es balok dan peltier untuk bahan air, pada menit ke-45, suhu minimum sudah didapat yaitu sebesar 18°C. Pada menit berikutnya kenaikan suhu cenderung

melambat karena pengaruh peltier yang mampu menjaga suhu agar tetap dingin hingga mencapai suhu stabil minimum sebesar 18 °C, dan pada menit ke-115 suhu cenderung naik perlahan sampai menit ke-240.

- **Percobaan 2 mengukur suhu udara yang didapat dari air cooler**

Dari hasil pengujian suhu bahan air, keefektifan air cooler menggunakan bantuan air untuk mengeluarkan suhu udara dingin maksimal yang dihasilkan hanya pada 60 menit pertama saja. Pada menit berikutnya, suhu air akan naik sehingga berdampak pada suhu udara yang dihasilkan oleh air cooler. Agar dapat mengetahui berapa besar suhu udara yang dihasilkan oleh air cooler, maka dilakukan pengujian menggunakan bahan air pada pengujian sebelumnya, di mana saat menggunakan es balok mampu mencapai 19 °C, saat menggunakan peltier mencapai 23 °C, dan saat menggunakan keduanya dapat mencapai suhu 18 °C



Pengujian suhu udara yang dihasilkan oleh air cooler dengan menggunakan pendingin air, didapatkan suhu udara yang dihasilkan air cooler memiliki hasil yang berbeda-beda tergantung dari suhu yang dimiliki oleh air. Pengujian yang dilakukan terdapat menjadi 5 bagian, yaitu saat air cooler tidak menggunakan air, air cooler hanya menggunakan air, air cooler menggunakan air yang di tambah es balok, air cooler menggunakan air dan peltier, dan yang terakhir air cooler menggunakan air, es balok dan peltier.

Pengujian air cooler dengan hanya menggunakan air mampu menurunkan suhu udara mencapai 28,5 °C dari suhu semula pada menit ke-20 dan cenderung tidak mengalami kenaikan ataupun penurunan atau konstan sampai pada menit ke-60. Pengujian berikutnya adalah menggunakan bahan air dan peltier. Hasilnya air cooler dapat mendinginkan suhu udara mencapai 27 °C pada menit ke-40 dan stabil sampai menit ke-60. Hal ini membuktikan dengan menggunakan rangkaian peltier suhu udara yang dihasilkan air cooler lebih dingin dibandingkan dengan air saja.

Pengujian berikutnya menggunakan air ditambahkan es balok, air cooler dapat mendinginkan suhu mencapai 26 °C atau turun 8% dari suhu semula pada menit ke-50 dan sedikit naik pada menit berikutnya sampai menit 60. Pengujian terakhir yaitu dengan menggabungkan air, peltier dan es balok, air cooler dapat menurunkan suhu mencapai 25,5 °C pada menit ke-45 atau suhu turun 18% dari suhu semula, dan cenderung stabil sampai menit ke-60.

Dari ke lima pengujian yang sudah dilakukan, pengujian air cooler yang menggunakan air dan es balok hanya mampu mempertahankan suhu udara terdingin dalam jangka waktu 5 menit dari waktu total 60 menit. Sedangkan pengujian dengan menggunakan air dengan tambahan es balok dan rangkaian peltier mampu mempertahankan suhu udara terdingin dalam jangka waktu 15 menit dari total 60 menit. Hal itu membuktikan bahwa pengujian *air cooler* yang menggunakan rangkaian peltier dan es balok mampu menjaga suhu udara lebih lama dibandingkan dengan *air cooler* yang hanya menggunakan es balok.

Pengujian yang telah dilakukan ini menghasilkan bahwa penggunaan dua buah peltier dan es balok sebesar 15x9x2 cm yang dimasukkan pada air mampu menghasilkan suhu air mencapai 18 °C, yang menghasilkan suhu udara air cooler sebesar 25,5 °C.

- **Percobaan 3 Pengujian logika fuzzy C-Means pada peltier**
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah system *fuzzy* berjalan atau tidak.

Tabel 3. Pengujian Fuzzy

Uji ke-	Suhu Udara (Celcius)	Input Kategori	Seharusnya	Rangkaian Peltier	Hasil
1	29,6	Sejuk	Menyala	Menyala	Sesuai
2	29,3	Normal	Menyala	Menyala	Sesuai
3	28	Sejuk	Menyala	Menyala	Sesuai
4	26,4	Normal	Mati	Mati	Sesuai
5	26,6	Hangat	Mati	Mati	Sesuai

10. Kesimpulan

a. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini modifikasi rangkaian peltier pada *air cooler* dapat berjalan dengan baik. *Air cooler* dapat menghasilkan suhu udara terdingin sebesar 25,5 °C atau menurunkan suhu mencapai 17% dari suhu semula, turun sebesar 5,5 °C dengan menggunakan rangkaian peltier ditambahkan dengan es balok. Penggunaan rangkaian peltier dapat menjaga suhu minimum selama 15 menit, sedangkan menggunakan es balok saja suhu minimum hanya bertahan selama 5 menit. Dari data yang sudah diterima lalu dikirimkan oleh NodeMCU ke aplikasi Blynk, data dapat diterima dengan baik. Selain itu *fuzzy c-means* mampu mengendalikan peltier sesuai dengan *inputan* kategori suhu yang diinginkan user lewat platform Blynk.

b. Saran

Saran untuk pengembangan sistem yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya adalah penambahan jumlah peltier agar suhu udara yang dihasilkan *air cooler* dapat jauh lebih dingin. Pada penelitian ini juga perangkat NodeMCU mempunyai kelemahan dalam memproses algoritma *fuzzy c-means* yang berdampak pada lambatnya pengiriman data pada saat *clustering* sehingga perhitungan *clustering* dilakukan menggunakan Excel. *Delay* yang dihasilkan saat *clustering* mencapai 10-15 detik. Penggunaan mikrokontroler jenis lain mungkin dapat menghasilkan perhitungan yang lebih maksimal.

Daftar Pustaka

- [1] R. Umboh. 2015. Perancangan Alat Pendinginan *Portable* Menggunakan Elemen Peltier. Universitas Sam Ratulangi.
- [2] Puji, Anastasia. 2016. Perubahan Efisiensi Kerja Air Cooler Dengan Sponge. Universitas Sanata Dharma.
- [3] Hermawan, Andreas. 2016. Penggunaan Peltier secara Kaskade. Universitas Sanata Dharma.
- [4] Setiwa, Willy. 2014. Pengaturan *Air Cooler* untuk Ruangan menggunakan Logika *Fuzzy*. Institut Teknologi Bandung.

- [5] Talarima, Gustaf. 2014. *Air Cooler* yang didinginkan mempergunakan mesin pendingin. Universitas Sanata Dharma
- [6] Mauliyadi, Ahmad. 2014. Perbandingan Metode Fuzzy C-Means (FCM) dan Fuzzy Gustafson-Kessel (FGK) Menggunakan Data Citra Satelit *Quicbord*. Universitas Syiah Kuala.
- [7] Handi. 2019. Sistem Pemantauan Menggunakan Blynk dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur Dengan Metode Logika *Fuzzy*. Universitas Brawijaya.
- [8] Suyanto “Artificial Intelligence revisi kedua”, Informatika, Bandung, 2014.
- [9] Rosalina, Fifi D. 2014. Clustering Suhu Permukaan Laut Sebagai Identifikasi Keberadaan Sumber Daya Ikan Layang di Perairan Selat Madura Menggunakan Metode Fuzzy C-Means. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- [10] Ahmadi, Aziz. 2015. Penerapan Fuzzy C-Means dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penentuan Penerima Bantuan Langsung Masyarakat (BLM) PNPM-Mpd. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.